بررسی اثر موقعیت میوه در تاج بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و ترکیبات زیست فعال پرتقال تامسون ناول (*Citrus sinensis* cv. Thomson Navel) در شرایط کشت متراکم

سمیه رضایی[۱]، پروانه راهداری*[۲]، جواد فتاحی‌مقدم[۳]، محمود اسدی[۴]، بابک باباخانی[۵]

[۱،۲*،۴و۵] به ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار و استادیاران گروه زیست شناسی، فیزیولوژی گیاهی، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن

[۳] استادیار، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر

*نویسنده مسئول: rahdari_parvaneh@yahoo.com

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر موقعیت میوه روی تاج بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی پوست و گوشت میوه‌ی پرتقال تامسون ناول در شرایط کشت متراکم با استفاده از پایه فلائینگ‌دراگون (باغ تحقیقاتی پژوهشکده‌ی مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری رامسر) انجام شد. بدین منظور میوه‌ها با اندازه ی متوسط و یکنواخت از دو موقعیت داخل و خارج تاج درخت در فصل تجاری (نیمه‌ی آذر) برداشت شدند. سپس صفاتی مثل وزن، حجم، طول و عرض میوه، شاخص‌های رنگ پوست، ضخامت پوست، میزان عصاره، درصد ماده خشک، TA، درصد TSS، TSS/TA، کلروفیل و کاروتنوئید کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، میزان فنل‌کل، ویتامین C و قند کل به‌طور جداگانه در پوست و گوشت میوه ارزیابی شد. نتایج نشان داد که میوه های خارج تاج سطح بالاتری را در شاخص‌های حجم میوه (۲۱۵ cm^3)، ضخامت پوست (۴.۱۹ mm)، نسبت TSS/TA (۸.۷۳ ٪)، میزان a* (۱۹.۱۷)، مقدار CCI (۴.۷۴)، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست (۵۷.۷۵ درصد) و قند کل پوست (۶۰.۶۰ mg/gFW) دارا بودند و میزان TA (۱.۵۱ درصد)، L* (۶۵.۰۴)، C* (۷۵.۶۶)، h° (۷۸.۱۴) و b* (۷۴.۶۲) در میوه‌های داخل تاج نسبت به تاج خارجی بالاتر بود.

***کلمات کلیدی:* پرتقال، موقعیت میوه، کربوهیدرات، رنگدانه‌ی پوست، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی**

مقدمه

امروزه کشت متراکم درختان با هدف سهولت در مدیریت باغی اهمیت دارد. از طرفی در این نوع طراحی باغ، درختان دارای تاج فشرده هستند که می‌تواند کیفیت ظاهری و داخلی میوه را تحت تأثیر قرار دهد. گزارش شده است که در میان بسیاری از عوامل محیطی، موقعیت میوه درون کانوپی بیشترین نقش مؤثر در کیفیت پوست را دارد (Magwaza *et al*., 2013).

گزارش شده که کاهش تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR)[1] در بخش‌های سایه‌دار تاج، باعث کاهش میزان فتوسنتز میوه می‌شود. در این حالت میوه رشد یافته در داخل تاج دارای کلروفیل و کاروتنوئید پایین‌تر و در نتیجه رنگ پوست ضعیف‌تر و کربوهیدرات پایین‌تر بود. هم‌چنین موقعیت میوه در کانوپی به‌طور قابل توجهی ظرفیت آنتی اکسیدانی را در زمان برداشت تحت تأثیر قرار داد (Cronje *et al*., 2011a).

قرار گرفتن میوه در معرض سطوح نوری بالا (خارج کانوپی) و یا پایین (در داخل کانوپی)، بر محتوای قندهای فلاودوی پوست طی نمو میوه تأثیر دارد. به این‌صورت که فلاودوی میوه داخل کانوپی (در معرضPAR کم) دارای غلظت کربوهیدرات کمتری در مقایسه با فلاودوی میوه خارج کانوپی (در معرض PAR بالا) بود (Cronje *et al*., 2013). در مقابل این بخش از پوست میوه‌های رشد یافته در خارج کانوپی نسبت به داخل کانوپی به میزان قابل توجهی محتوای بالاتر ساکارز، گلوکز، و فروکتوز را داشتند (Magwaza *et al*., 2013). تاکنون وضعیت کیفی میوه درختان

[1] Photosynthetically active radiation

مرکبات در حالت کشت متراکم ناشی از استفاده از پایه‌های پاکوتاه کننده کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است. در این پژوهش تلاش شد تا ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی میوه پرتقال تامسون ناول پیوندی روی پایه پاکوتاه کننده‌ی فلائینگ‌دراگون (کشت متراکم) در دو موقعیت داخلی و خارجی تاج مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از میوه‌ی پرتقال تامسون ناول پیوند شده روی پایه‌ی فلائینگ دراگون (۱۲ ساله) استفاده شد. میوه‌ها از درختانی یکنواخت و عاری از بیماری (۱۲ درخت) از دو موقعیت داخل و خارج تاج درخت، از باغ تحقیقاتی پژوهشکده‌ی مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری (رامسر) به تعداد ۳۰ عدد میوه برداشت شدند. سپس ارزیابی‌هایی شامل وزن، حجم (به روش جابجایی حجم آب)، طول و عرض میوه، ضخامت پوست میوه اندازه‌گیری شد. رنگ پوست میوه شامل شاخص رنگ پوست مرکبات (CCI)، a* (سبزی (-) به قرمزی (+))، L (درخشندگی)، b* (آبی (-) به زردی (+))، زاویه رنگ (h) و کروما با کرومومتر اندازه‌گیری شد. درصد عصاره با محاسبه نسبت وزن عصاره به وزن میوه، TSS یا مواد جامد محلول به‌وسیله دستگاه رفرکتومتر چشمی و میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) از روش تیتراسیون با هیدروکسیدسدیم (NAOH) ۰/۱ نرمال صورت گرفت.

میزان ویتامین C در پوست و گوشت نمونه‌ها بر اساس کاهش رنگ ترکیب ۲و۶- دی‌کلروفنل ایندوفنل (DCIP) توسط اسید آسکوربیک اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری فنل کل به روش فولین‌سیوکالچو[1] (Meyers *et al*,. 2003) و معادله خط $Y = 0.0044X + 0.199$ انجام شد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (مهار رادیکال‌های DPPH) به روش برند ویلیامز و همکاران[2] (۱۹۹۵) با کمی تغییر اندازه‌گیری شد. رنگدانه‌های کاروتنوئید و کلروفیل کل به روش لیچتنتالر[3] (۱۹۸۷) محاسبه شدند. میزان قند کل به روش مک‌کردی و همکاران[4] (۱۹۵۰) و معادله خط $Y = 0.0007X + 0.171$ محاسبه شد. داده‌های حاصل از این آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی توسط نرم‌افزار SAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و میانگین‌های حاصل با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که موقعیت میوه در کانوپی تأثیر معنی‌داری روی صفات وزن، طول و عرض، درصد ماده‌ی خشک، درصد عصاره، میزان مواد جامد محلول (TSS)، میزان فنل کل، کلروفیل کل و کاروتنوئید کل میوه نداشت.

حجم و ضخامت پوست میوه

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که حجم میوه‌های قرار گرفته در بیرون تاج (۲۱۵/۴۱cm^3) نسبت به داخل تاج (۱۵۱/۹۷ cm^3) بیشتر بود. ضخامت پوست میوه‌های بیرونی تاج نیز از درون تاج بالاتر بود. به‌طور مشابه گزارش شده که میوه‌های روی تاج نارنگی ماندارین کینو[5] بطور معنی‌داری حجم میوه بالاتر (Khan *et al*., 2009) و هم‌چنین ضخامت و حجم پوست بالاتر (Khalid *et al*., 2012) داشتند. به نظر می‌رسد میزان نفوذ نور کمتر در داخل تاج، میزان فتوسنتز میوه را کاهش داده و به نوبه‌ی خود باعث کاهش تجمع املاح، پتانسیل اسمزی و کاهش ضخامت پوست می شود (Cronje *et al*., 2013).

[1] Folin-Ciocalteu
[2] Brand-Williams *et al*
[3] Lichtenthaler
[4] McCready *et al*
[5] Kinnow

میزان TA و TSS/TA

مقدار TA در میوه‌های خارج تاج بالاتر (۱/۵۱ درصد) از داخل تاج (۱/۳۱ درصد) بود. میزان TSS/TA نیز در میوه‌های خارج تاج به‌طور معنی‌داری بالاتر بود (جدول ۱). بری و کاستل[1](۲۰۰۴) نیز غلظت مواد جامد محلول در میوه‌های تشکیل شده در خارج تاج نسبت به میوه‌های داخل تاج را بالاتر گزارش کردند که نتایج پژوهش حاضر با آن مطابقت دارد. میزان پایین‌تر TA و TSS/TA بالاتر در تاج خارجی می‌تواند بدلیل دسترسی بیشتر میوه‌های تاج خارجی به فتواسیمیلات‌های تولید شده توسط برگ‌های تاج خارجی باشد (Cronje, 2014).

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات فیزیک و شیمیایی میوه‌ی پرتقال تامسون ناول بر اساس آزمون دانکن.

موقعیت میوه	وزن (g)	طول (mm)	عرض (mm)	حجم (cm^3)	ضخامت پوست (mm)	TA (%)	TSS (%)	TSS/TA (%)
داخل تاج	197.04a	68.99a	72.58a	151.97b	3.35b	1.51a	10.91a	7.24b
خارج تاج	196.19a	68.55a	73.41a	215.41a	4.19a	1.31b	11.20a	8.73a

*: در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری باهم دارند.

میزان شاخص‌های رنگ پوست

مقدار a* و شاخص CCI در میوه‌های خارج تاج بالاتر از داخل تاج بود. در مقابل میوه‌های داخل تاج به‌طور معنی‌داری مقادیر L*، C*، h° و b* بالاتری نسبت به خارج تاج نشان دادند (جدول ۲). بر اساس گزارش کرونج و همکاران (۲۰۱۳) تمام پارامترهای رنگ پوست می‌تواند تحت تأثیر موقعیت میوه قرار گیرد. به‌طور مشابه آن‌ها دریافتند که میزان L* و h° میوه‌های قرار گرفته در سایه داخل کانوپی بالاتر از میوه خارج کانوپی بود. کیفیت رنگ پوست میوه با نقش تابش و دما بر تولید رنگدانه مرتبط است (Cronje *et al*., 2011b). به همین دلیل میوه‌های داخل کانوپی که از نور کمتری برخوردارند، دارای رنگ پوست ضعیف‌تر و همچنین میزان کلروفیل و کاروتنوئید پایین‌تری هستند.

جدول ۲- مقایسه میانگین رنگ پوست میوه‌ی پرتقال تامسون ناول بر اساس آزمون دانکن.

موقعیت میوه	میزان L*	کروما	هیو (h°)	a*	b*	CCI
داخل تاج	65.04a	75.66a	78.14a	15.35b	74.62a	3.19b
خارج تاج	58.06b	72.47b	74.65b	19.17a	69.58b	4.74a

*: در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با هم دارند.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست

میوه‌های خارج تاج ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری نسبت به داخل تاج داشتند (جدول ۳). گزارش شده است موقعیت کانوپی بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه مؤثر است. مطالعات انجام شده بر روی سیب برداشت شده از فضاهای با نور کم نشان داد که این میوه‌ها دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی پایین‌تر و میزان فنل کمتر نسبت به میوه برداشت شده از محیط با نور بالا بودند (Ma and Cheng, 2003).

میزان قند کل

محتوای قند در پوست میوه‌های برداشت شده از موقعیت خارجی کانوپی به‌طور معنی‌داری بالاتر (۶/۶۰ میلی گرم بر گرم) از میوه برداشت شده از بخش داخلی کانوپی بود (جدول ۳). این نتایج با میزان قند کل در ماندارین "کینو" (Khan *et al*., 2009) مطابقت داشت لیکن با نتایج حاصل از بررسی رابطه‌ی موقعیت میوه بر محتوای قند کل

[1] Barry and Castle

در آب میوه ماندارین "ساتسوما"[1] مغایرت داشت (Diato and Tominaga, 1981). به نظر می‌رسد که میوه‌های خارج تاج میزان فتوسنتز و سرعت تنفس بالاتری دارند و در نتیجه میوه خارج در مقایسه با میوه داخل میزان بالاتری از کربوهیدرات‌ها را سنتز و متابولیزه می‌کند (Cronje *et al.*, 2013).

جدول ۳– مقایسه میانگین خصوصیات بیوشیمیایی میوه‌ی پرتقال تامسون ناول براساس آزمون دانکن.

موقعیت میوه	ماده خشک (%)	میزان عصاره (%)	کلروفیل کل پوست (mg/ml)	کاروتنوئید کل پوست (mg/ml)	کاروتنوئید کل گوشت (mg/ml)	فنل کل پوست (mg/gFW)	فنل کل گوشت (mg/gFW)	درصد مهار DPPH پوست	درصد مهار DPPH گوشت	ویتامین C گوشت (mg/100g)	قند کل پوست (mg/gFW)	قند کل گوشت (mg/gFW)
داخل تاج	29.34 a	34.93 a	5.12a	0.15a	0.04a	0.2a	0.4a	38.6b	67.33 a	45.55a	40.12 b	50.12 a
خارج تاج	28.18 a	35.72 a	5.52a	0.19a	0.05a	0.2a	0.4a	57.7a	73.58 a	42.67a	60.60 a	50.67 a

*: در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری باهم دارند.

منابع

Barry, G.H., Castle, W.S. 2004. Soluble solids accumulations in 'Valencia' sweet orange as related to rootstock selection and fruit size. J. Am. Soc. Hortic. Sci; 129: 594–598.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT- Food Science and Technology; 28: 25-30.

Cronje, A. 2014. Effect of canopy position on fruit quality and consumer preference for the appearance and taste of pears. MSc thesis. Department of Food Science Faculty of AgriSciences Stellenbosch University.

Cronje, P.J.R., Barry, G.H., Huysamer, M. 2011a. Postharvest rind breakdown of 'Nules Clementine' mandarin is influenced by ethylene application, storage tempera-ture and storage duration. Postharvest Biology and Technology; 60: 192–201.

Cronje, P.J.R., Barry, G.H., Huysamer, M. 2011b. Fruit position during development of 'Nules Clementine' mandarin affects the concentration of K, Mg, and Ca in theflavedo. Scientia Horticulturae; 130: 829–837.

Cronje, P.J.R., Barry, G.H., Huysamer, M. 2013. Canopy position affects pigment expression and accumulation of flavedo carbohydrates of 'Nules Clementine'mandarin fruit, thereby affecting rind condition. Journal of the American Societyfor Horticultural Science; 138: 217–244.

Datio, H., Tominaga, S. 1981. Organic acids and amino acids in the juice of fruit at various locations within the canopies of differently trained Satsuma trees. J. Jpn. Soc. Hortic. Sci; 50: 143–156.

Khalid, S., Malik, A.U., Saleem, B.A., Khan, A.S., Khalid, M.S., Amin, M. 2012. Treeage and canopy position affect rind quality, fruit quality and rind nutrient con-tent of 'Kinnow' mandarin (Citrus nobilis Lour × Citrus deliciosa Tenora). Scientia Horticulturae; 135: 137–144.

Khan, A.S., Malik, A.U., Pervez, M.A., Saleem, B.A., Rajwana, I.A., Shaheen, T., Anwar, R. 2009. Foliar application of low-biuret urea and fruit canopy position in the tree influence the leaf nitrogen status and physicochemical characteristics of 'Kinnow' mandarin (Citrus reticulata Blanco). Pakistan J. Bot; 41: 73–85.

Lichtenthaler H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymology, 148: 350-382.

Ma, F., Cheng, L. 2004. Exposure of the shaded side of the apple fruit to full sun leadsup to up-regulation of both the xanthophyll cycle and the ascorbate gluthionecycle. Plant Science; 166: 1479–1486.

Magwaza, L.S., Opara, U.L., Cronje, P.J.R., Nieuwoudt, H.H., Landahl, S., Terry, L.A. 2012. Quantifying the effects of fruit position in the canopy on physical and biochemical properties and predicting susceptibility to rind breakdown dis-order of 'Nules Clementine' mandarin (Citrus reticulate Blanco) using Vis/NIRspectroscopy. Acta Horticulturae (in press).

[1] Satsuma

Magwaza, L.S., Opara, U.L., Landahl, S., Cronje, P.J.R., Ordaz Ortiz, J., Terry, L.A. 2013. Relationship between canopy position, light availability, and biochemical com-position of 'Nules Clementine' mandarin rind. Journal of Agricultural and FoodChemistry (in press).

McCready, R.M., Guggolz, J., Silviera, V. and Ownes, H.S. 1950. Determination of starch and amylase in vegetables, application to peas. *Anal. Chem*; 22: 1156-1158.

Meyers, K.J., Watkins, C.B., Pritts, M.P., and Liu, R.H. 2003. Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. J. Agri. Food Chem; 51: 6887-6892.

Effect of Canopy Position on Physicochemical and Bioactive Properties of Thomson Navel Orange (*Citrus Sinensis* cv. Thomson navel) under Intensive Cultivation

S. Rezaee[1], p. Rahdari[2]*, J. Fatahi Moghadam[3], M. Asadi[4], B. Babakhani[5]

[1,2*,4,5] PhD student, Associate Professor, Assistant professors, Dept. of of Biology Sciences, Islamic Azad University, Tonekabon

[3] Assistant professor, Agriculture Research Institute, Citrus and semitropical fruits Research, Organization of Research, Education and extension of Agriculture, Ramsar

*Corresponding Author: rahdari_parvaneh@yahoo.com

Abstract

This research was conducted to investigate the effects of canopy position on the fruit peel and pulp physicochemical properties of the Thomson navel orange tree (research orchard of citrus and subtropical fruits research center in the Ramsar) by using of flying dragon as rootstock in intensive cultivation. For this purpose, medium-sized uniform fruits were harvested from internal and external canopy positions at commercial maturity (December). Afterwards, fruit weight, mass, length and width, peel color indices, peel thickness, juice percentage, dry mass percentage, TA, TSS, TSS/TA, total chlorophyll and carotenoids, antioxidant capacity, total phenolic content, ascorbic acid (vitamin C) and total sugars were separately analyzed for fruit peel and palp. Results revealed that fruit mass (215 cm^3), rind thickness (19.4 mm), TSS/TA percentage (8.73 %), a* rate (19.17), CCI amount (4.74), peel antioxidant capacity (57.75%),peel total sugars (6.60 mg/gFW) were higher for fruit from the external canopy position, while TA (1.51 %), L* (65.04), C* (75.66), h° (78.14) and b* (74.62) in the fruit from internal canopies were significantly higher compared with fruit from external canopy positions.

***Keywords*: Orange, Canopy position, Carbohydrate, Rind pigment, Antioxidant capacity**